

Meteorologická měření a jejich využití v ochraně rostlin

Tomáš Litschmann

Proměnlivost povětrnostních podmínek na našem území, která je dána střídáním pevninských, oceánských a středomořských vlivů, způsobuje i poměrně značnou rozmanitost ve výskytu chorob a škůdců, popřípadě jejich predátorů. K tomu ještě přistupuje v současné době i změna klimatu, jež vnáší další prvek neurčitosti do některých zaběhlých kolejí, co platilo dříve již platit nemusí. Je sice pravdou, že klima se měnilo vždy, v současné době se však mění nějak rychleji, přičemž každé překročení toho, co lze považovat ještě za normální průběh, může mít při pěstování monokultur závažné následky. Udržet rovnováhu mezi velikostí populace patogena a jeho hospodářskou škodlivostí se pěstitelé snaží pomocí ošetření chemickými a jinými přípravky tak, aby náklady na jeho udržení na přijatelné míře byly nižší než jím vyvolané škody.

Z tohoto pohledu má velký význam kromě správně zvoleného přípravku a provedení jeho aplikace i optimální načasování zásahu. V tomto může pomoci správné vyhodnocení vybraných meteorologických prvků naměřených v dané lokalitě.

S myšlenkou vyhodnocovat meteorologické prvky pomocí různých metod s cílem stanovit co nejpřesněji termín provedení ošetření přišli u nás zřejmě jako první sadaři v sedmdesátých letech, kdy si začali pomoci (z dnešního pohledu) poměrně jednoduchých pomůcek vyhodnocovat teplotu, vlhkost vzduchu, ovlhčení listů a stanovovat velikost infekce strupovitosti jabloní. Současná moderní technika umožňuje celý tento proces zautomatizovat a dodávat pěstiteli ty informace, které potřebuje.

Základem celého systému jsou **meteorologické stanice**. Již to nejsou ony známé bílé budky vybavené teploměry a dalšími přístroji, kam se muselo chodit třikrát denně, popřípadě se musely vyhodnocovat záznamy ze samopisných přístrojů, jak se učila většina starších zemědělců ve škole. Pro zemědělskou praxi se stal tento způsob měření překonaný počátkem 90-tých let, kdy s možností používat zahraniční součástky se i u nás začaly vyrábět elektronické přístroje, měřící potřebné meteorologické prvky a umožňující jejich vyhodnocení pěstitelům v počítači. Oproti předchozí variantě byl tento pokrok přínosný v tom, že odpadla manuální měření a vyhodnocování, nevýhodou z dnešního pohledu je to, že uživatel musel provádět alespoň občasnou obsluhu spojenou s přenosem dat do počítače a vlastní vyhodnocení různými programy. Ačkoliv se jedná většinou o jednoduché programy, přesto jejich provozování na počítači nebylo pro zemědělce vždy přívětivé a odvádělo jej od vlastní pěstební činnosti. Další pokrok nastal s rozvojem internetu a přenosem údajů z libovolného místa prostřednictvím GSM sítě mobilních operátorů, u nás přibližně od druhé poloviny první dekády tohoto století. To již umožňuje zpracovávat naměřená data centrálně online a zemědělcům dodávat výstupy, o které mají zájem.

Mezi meteorologické prvky, které by stanice určená pro fytopatologické účely měla měřit, patří zejména:

Teplota vzduchu – základní bioklimatologická veličina, ovlivňující většinu pochodů probíhajících v živých organismech. Na teplotě vzduchu závisí časový výskyt a trvání jednotlivých fenologických fází pěstovaných plodin, vývoj hmyzích škůdců a rovněž se spolupodílí na vytváření příhodných podmínek pro rozvoj houbových chorob. Nízké teploty

mohou poškodit květy a mladé plody, proto je zapotřebí měřit teplotu v těch místech, kde je nejpravděpodobnější výskyt nejnižších teplot.

Vlhkost vzduchu – veličina ovlivňující m.j. zejména podmínky pro rozvoj houbových chorob v porostech. Vysoké hodnoty relativní vlhkosti vzduchu zpomalují vysychání již naklíčených spor. Proto je důležité zejména přesné měření vysokých hodnot vlhkosti vzduchu, přibližně od 85 %.

Ovlhčení listů – přítomnost vodního filmu na povrchu rostlin ovlivňuje klíčení spor některých houbových chorob. Přestože je veličina ovlhčení listů poměrně často používána, není nikde přesně definována a parametrizována. Používané snímače by měly reflektovat situaci, kdy se na povrchu listů vytvoří souvislá anebo nesouvislá vrstvička vody, umožňující klíčení spor. K ovlhčení listů může dojít jak v důsledku dešťových srážek, tak i vysrážením kapiček rosy v nočních a ranních hodinách na radiačně ochlazených listech.

Srážky - představují důležitou příjmovou složku vody pro rostliny, informace o jejich velikosti a případně i intenzitě je důležitá z hlediska posouzení možnosti provádět agrotechnické práce v porostu. Zejména po vydatnějších deštích dochází k rozmočení povrchu půdy a některé operace je nutno přesunout na vhodnější termín. Kromě toho vlhké prostředí vytváří ideální podmínky pro rozvoj houbových chorob.

Mimo těchto několika základních veličin jich existuje ještě celá řada, více-či méně důležitých. Z nich by se daly vyjmenovat teploty půdy, přízemní teplota, směr a rychlost větru, záření apod.

Jednotlivé naměřené hodnoty meteorologických prvků však samy o sobě ještě nic neříkají o tom, jaké nebezpečí v porostech může hrozit. Je zapotřebí nejprve podle určitých pravidel vyhodnotit a zpracovat signalizaci na konkrétní chorobu anebo škůdce s využitím těchto údajů. To umožňuje druhý článek tohoto systému, kterým je vhodný **model** vývoje patogena. V tomto ohledu lze naštěstí čerpat z výsledků mnohaleté práce výzkumníků u nás i v zahraničí, kteří zkoumali a stále ještě zkoumají, při jaké kombinaci hodnot meteorologických prvků dosáhne vývoj patogena takového stádia, kdy je vhodné proti němu zasáhnout.

Poměrně jednoduché modely jsou založeny na vyhodnocování jednoho prvku – teploty vzduchu. Vychází se z předpokladu, že vývoj studenokrevných organismů, mezi něž patří především hmyz, závisí na teplotě venkovního prostředí. Teplota sama o sobě ovšem není vhodná charakteristika k popisu závislosti mezi ní a rychlosti vývoje daného organismu. Výhodnější je používat charakteristiku označovanou jako „suma efektivních teplot“, čímž rozumíme součet rozdílů teploty vzduchu a zadané prahové teploty, ovšem za předpokladu, že tento rozdíl je kladný. Sčítat můžeme rozdíly průměrných denních teplot, lepší přesnosti se však dosahuje při sčítání průměrných hodinových teplot vzduchu. Důležité je i stanovení počátku, od kterého se mají sumy efektivních teplot počítat. Buď se jedná o pevně daný kalendářní termín, což většinou bývá počátek roku (v tomto období se většinou teploty pohybují pod prahovými hodnotami a proto na přesném stanovení až tolik nezáleží. Někdy je udáván jako počátek sumace 1. března, zde se však při teplejší zimě již můžeme dopustit výraznější chyby, anebo lze sčítání efektivních teplot zahájit od určité události, zjištěné jinými prostředky (typicky to bývá např. výskyt prvních motýlů ve feromonových lapácích, nalezení vykladených vajíček apod.). Druhý postup je určitě přesnější, neboť se tím vyhneme případné kumulaci chyb při sčítání efektivních teplot od počátku roku, jeho nevýhoda však spočívá v nutnosti provádět pravidelná pozorování. Názorně si to můžeme ukázat na obrázku, na němž jsou vyneseny úlovky obaleče jablečného do feromonových lapáků v roce 2010 ve V. Bílovicích a současně i sumy jak hodinových (červená křivka), tak i denních (černá

křivka) efektivních teplot nad 10 °C od 1.3. Na těchto křivkách jsou označeny některé body včetně příslušné hodnoty sumy efektivních teplot, které jsou potřebné k dosažení daného vývojového stádia. Kromě toho na tomto obrázku můžeme nalézt též i další křivky, které jsou výsledkem výpočtu sum ef. teplot od prvních úlovků do feromonových lapáků a postupně modelují v hodnotách od 0 do 100 % letovou aktivitu motýlů přezimující generace včetně vykladení vajíček (světle modrá křivka), vývoj embrya této generace ve vajíčku (hnědá křivka), líhnutí housenek (zelená křivka) a pak ještě jednou to samé pro druhou generaci. Lze tak vysledovat, že výsledky založené na teplotních sumách denních i hodinových počítaných od 1.3. v tomto případě poměrně dobře korespondují s výsledky získanými sumací od počátku letu motýlů. Z informací prezentovaných v tomto grafu lze přibližně stanovit období, kdy a jaký přípravek (ovocidní, larvicidní) v průběhu sezóny použít.

Obdobné modely lze sestavit i pro další druhy hmyzu, jednodušší je to u těch, u nichž probíhá celý vývojový cyklus ve styku se vzduchem. U těch druhů, které přezimují v půdě, je nutno měřit i teplotu půdy a vhodně ji zakomponovat do příslušného modelu.

U houbových chorob je nutno zvolit s ohledem na potřebné podmínky pro jejich vývoj poněkud jiný přístup a jiné veličiny. Kromě teploty vzduchu jsou důležité i příznivé vlhkostní poměry. V modelech jsou vyjádřeny pomocí relativní vlhkosti vzduchu, ovlhčení listů, popřípadě výskytu a množství srážek.

Chmelaři znají poměrně dobře tzv. index peronosporového počasí, kdy pro výskyt a šíření peronospory mají z meteorologických prvků největší význam teplota, srážky a relativní vlhkost vzduchu. Na základě těchto závislostí byla pro nejrozšířenější českou odrůdu Žatecký červeňák zpracována metodika krátkodobé prognózy peronospory. Ošetření se provádí při dosažení pětidenního součtu hodnoty indexu peronosporového počasí u Žateckého červeňáku 500 a pro hybridní odrůdy, které jsou vůči peronospoře více náchylné, byla hodnota tohoto součtu snížena na 420.

Podobně sadaři mohou využívat modelů na signalizaci vhodných povětrnostních podmínek pro výskyt infekce strupovitosti jabloní. Jedná se o metodu pocházející ze čtyřicátých let minulého století, několikrát zpřesňovanou a upravovanou, založenu na kombinaci délky ovlhčení listů a teploty vzduchu během tohoto ovlhčení. Jakmile je splněna minimální délka ovlhčení při dané teplotě, předpokládá se, že lze očekávat klíčení askospor houby *Venturia inaequalis* a její pronikání do rostlinných pletiv. Tento poměrně univerzální vztah lze modifikovat i pro některé další houbové choroby, jak je např. strupovitost hrušně. Vinaři mohou zase využít vztahu mezi délkou ovlhčení listů a teplotou vzduchu pro signalizaci plísňové révy (*Plasmopara viticola*), existuje však i řada dalších závislostí pro houbové choroby v zelinářství a polní výrobě. Je však zapotřebí provést další pokusy přímo v našich podmínkách a ověřit jejich spolehlivost.

Vinohradníci mohou již téměř několik desetiletí využívat k signalizaci houbových chorob na révě systém GALATI, postupně zdokonalovaný a v současné době zdarma k dispozici na adrese www.galati.sk. Jedná se o expertní systém, který z meteorologických prvků využívá údaje o teplotě a srážkách v týdenním kroku. Jedná se o interaktivní systém, do něž uživatel každé pondělí kromě meteorologických údajů vkládá rovněž i informace o fenologických fázích révy a provedených postřicích, načež obdrží doporučení, zda a jakým přípravkem ošetřovat v nadcházejícím týdnu proti některé ze tří nejzávažnějších chorob révy.

Třetím, a poměrně důležitým, článkem celého systému je způsob, jak uživatel získá **relevantní informace** týkající se signalizace škodlivých činitelů vyhodnocené na základě meteorologických prvků. Možností je zde hned několik: v autonomním režimu si uživatel vše

provádí sám – od obsluhy meteorologické stanice až po vyhodnocení údajů na počítači. Nevýhody jsou v tomto případě zjevné – zemědělec je nucen vykonávat činnosti značně odlišné od jeho původní profese a na její úkor. V době omezených datových komunikací to však byla jediná možnost, jak bylo možno meteorologické údaje vyhodnocovat. Vyžadují od něj ovládat meteorologickou stanici a nejrůznější počítačové programy.

S rozvojem internetu a bezdrátových přenosů dat se začaly objevovat systémy, kdy jsou měření prováděna automatickými meteorologickými stanicemi, údaje jsou předávány na server a tam i vyhodnocovány. Uživatel po přihlášení má pak možnost si zadávat nejrůznější podmínky a doplňující údaje a získávat tak signalizaci potřebného škodlivého činitele. Příklady takového systému mohou být u nás modely provozované SRS na jejich webových stránkách, kde jsou k dispozici sumy teplot pro jednotlivé meteorologické stanice na našem území, vyhodnocené s ohledem na jednotlivé škůdce, dále jsou zde signalizace houbových chorob, např. skvrnatička řepy na cukrovce, plíseň bramboru apod. S obdobnými systémy se můžeme setkat i jinde ve světě, poměrně propracovaný je systém provozovaný University of California v USA.

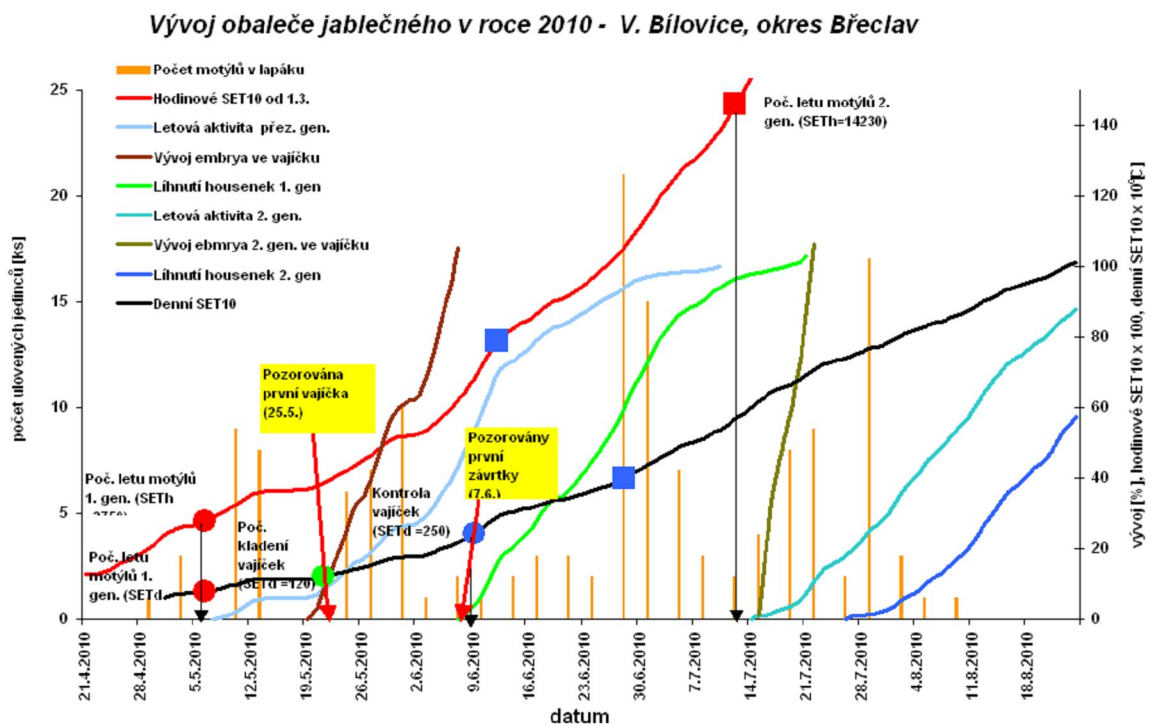
Do některých systémů se automaticky vkládají data z uživatelovy automatické meteorologické stanice a po jejich vyhodnocení jsou na internetu výsledky zpracování pro konkrétní choroby, aniž by musel uživatel cokoli doplňovat. To lze provozovat pochopitelně u těch modelů, které nevyžadují žádné doplňující informace od uživatele. Tímto způsobem pracuje např. systém VitiMeteo s informacemi pro vinohradníky, provozovaný Staatliches Weinbauinstitutem ve Freiburgu, do nějž lze posílat i data z meteorologických stanic na našem území. Výhoda tohoto přístupu je zřejmá – uživatel se dostane k informacím odkudkoliv, kde je internet, aniž by musel cokoli někam zadávat a sleduje je pouze tehdy, když potřebuje. V Německu obdobným způsobem pracuje i systém ProPlant, zaměřený především na polní plodiny, který v loňském květnovém čísle přiblížila ing. Bezdičková. Jednou z dalších výhod je i to, že jak naměřená data z jednotlivých stanic, tak i jednotlivé výstupy signalizací škodlivých činitelů mohou být centrálně odborníky navzájem plošně porovnávány na větším území a lze tak odhalit případné chyby a nesrovnalosti, vzniklé např. špatným měřením meteorologické stanice apod., čehož si uživatel, obsluhující pouze jednu stanici, málokdy všimne.

Toto vyhodnocování meteorologických údajů z hlediska fytopatologického lze rozšířit ještě o automatické zasílání vybraných informací jednotlivým uživatelům. Nemusí je pak vyhledávat na internetu, ale dostanou je do své e-mailové schránky, popřípadě se mohou seznámit s aktuální situací pomocí obdržené SMS ve svém mobilu. Tím lze ještě více usnadnit přístup uživatele k potřebným informacím a zajistit, aby ty nejzákladnější měli k dispozici kdekoli a kdykoli, popřípadě i bez možnosti přístupu k internetu.

Meteorologické stanice byly v minulosti a jsou i v současnosti dobrými zdroji informací pro zemědělce, zejména pak po jejich dalším správném vyhodnocení. Moderní technologie umožňují celý postup měření – zpracování – distribuce zautomatizovat a kladou na uživatele minimální nároky. Je pak již jenom na jeho rozhodnutí, jak získané poznatky využije ve své činnosti. Je však zapotřebí si vždy uvědomit, že na základě meteorologických údajů jsou modelovány příznivé *podmínky* pro šíření patogena, nikoliv však jeho skutečná populační hustota. Pokud není na dané lokalitě přítomen, ani za příznivých podmínek nedojde k jeho hospodářsky škodlivému výskytu. Proto je užitečné doplnit meteorologická měření dalšími metodami, jako jsou např. feromonové lapáky, světelné a optické lapače, lapače spor apod.

A na závěr ještě důležitá poznámka. Meteorologické stanice na vašem pozemku vám v žádném případě nemůže generovat předpovědi počasí. Pokud by to bylo možné, nemuseli

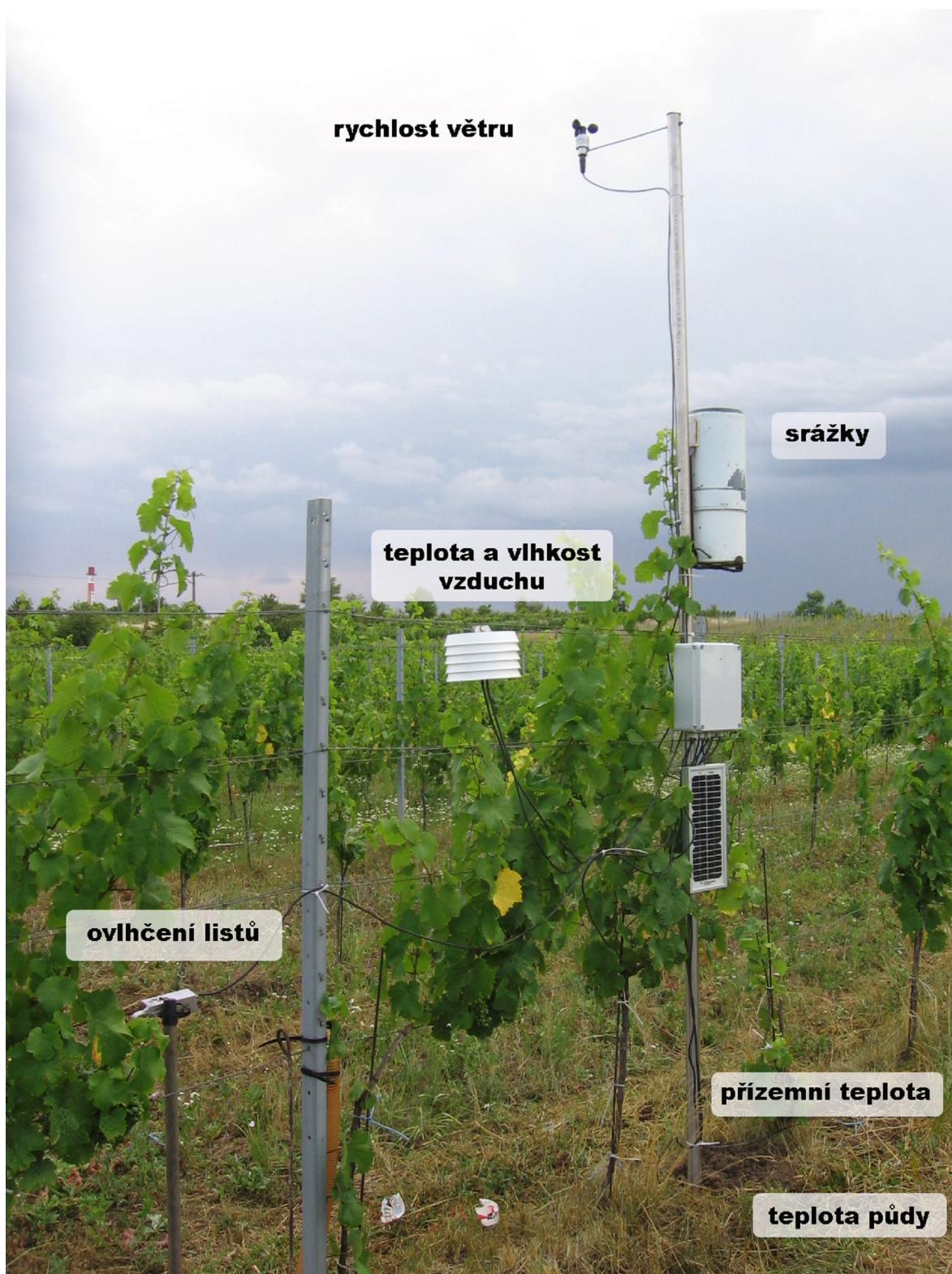
by meteorologové k jejich vytvoření shromažďovat údaje z profesionálních stanic na celé severní polokouli, přidávat k tomu družicová a radarová měření a to vše zpracovávat nejvýkonnějšími počítači na světě pomocí programů vytvářených rozsáhlými týmy odborníků.



Obr. 1 Vývoj obaleče jablečného – ukázka simulace vývoje škodlivého činitele na základě teplotních sum



Obr. 2 Meteostanice je užitečným pomocníkem v každém sadu.....



Obr. 3 i vinici



Obr. 4 Snímač ovlhčení listů umožňuje monitorovat vhodné podmínky pro vznik infekcí houbových chorob